

Rec'd PCT 10 JAN 2003

101500080
PCI/JP02/130031-

REC'D 10 JAN 2003

12.12.02

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年12月26日

出願番号

Application Number:

特願2001-395511

[ST.10/C]:

[JP2001-395511]

出願人

Applicant(s):

エヌティティエレクトロニクス株式会社
株式会社ニコン

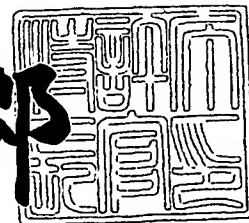
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2002年11月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3091310

【書類名】 特許願

【整理番号】 01-01148

【提出日】 平成13年12月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエ
レクトロニクス株式会社内

【氏名】 車田 克彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエ
レクトロニクス株式会社内

【氏名】 玉村 敏昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
本社内

【氏名】 赤川 圭一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
本社内

【氏名】 石津谷 徹

【特許出願人】

【識別番号】 591230295

【氏名又は名称】 エヌティティエレクトロニクス株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】

【識別番号】 100096770

【弁理士】

【氏名又は名称】 四宮 通

【電話番号】 045-562-8508

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 040246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光スイッチ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板と、

を備え、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とが位置合わせされて接合され、

前記光導波路基板には、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせするための第 1 のアライメントマークが形成され、

前記アクチュエータ基板には、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせするための第 2 のアライメントマークが形成されたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】 前記第 1 のアライメントマークは、前記光導波路基板の前記一方の面に形成され、

前記第 2 のアライメントマークは、前記アクチュエータ基板の前記一方の面に形成され、

前記アクチュエータ基板は、赤外線を透過させる特性を有することを特徴とする請求項 1 記載の光スイッチ。

【請求項 3】 前記アクチュエータ基板に対する電氣的な接続の中継を行うための中継基板を備え、

前記中継基板は、その一部が前記アクチュエータ基板からはみ出すように、前記アクチュエータ基板の他方の面に接合され、

前記中継基板は赤外線を実質的に透過させない特性を有し、

前記中継基板は、前記第 2 のアライメントマークに対応する前記アクチュエータ基板の前記他方の面の領域を、覆わないことを特徴とする請求項 2 記載の光スイッチ。

【請求項 4】 前記アクチュエータ基板の前記一方の面に複数の電気接続用の第 1 のパッドが形成され、

前記アクチュエータ基板からの前記中継基板のはみ出し部分における前記アクチュエータ基板側の面に、複数の電気接続用の第 2 のパッドが形成され、

前記複数の第 1 のパッドと前記複数の第 2 のパッドとが、ボンディングワイヤによりそれぞれ電氣的に接続され、

前記中継基板に、各々が前記複数の第 2 のパッドのいずれかと電氣的に接続された電気接続用の複数の第 3 のパッドが形成され、

前記中継基板に、各々が前記複数の第 2 のパッドのうちの一部の第 2 のパッドにそれぞれ電氣的に接続された複数の導電部が形成され、

前記複数の導電部の各々の少なくとも一部分同士の間隔は、前記複数の第 2 のパッドの間隔及び前記複数の第 3 のパッドの配列間隔より広いことを特徴とする請求項 3 記載の光スイッチ。

【請求項 5】 前記複数の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、前記 1 つ以上のミラーの全てが前記第 2 の位置に位置することを特徴とする請求項 4 記載の光スイッチ。

【請求項 6】 前記複数の第 3 のパッドにそれぞれ所望の光スイッチング動作を行わせるための信号が供給されたときに、当該光スイッチング動作を行わせるように、かつ、前記複数の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、前記 1 つ以上のミラーの全てが前記第 2 の位置に位置するように、前記 1 つ以上のアクチュエータを駆動する駆動回路が、前記アクチュエータ基板に搭載された

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の光スイッチ。

【請求項 7】 前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部から完全に退出した位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とがスペーサを介して接合されたことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の光スイッチ。

【請求項 8】 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板と、

前記アクチュエータ基板に対する電気的な接続の中継を行うための中継基板と

を備え、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とが位置合わせされて接合され、

前記中継基板は、その一部が前記アクチュエータ基板からはみ出すように、前記アクチュエータ基板の他方の面に接合されたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 9】 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板と、

を備え、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とが位置合わせされて接合され、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部から完全に退出した位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とがスペーサを介して接合されたことを特徴とする光スイッチ。

【請求項 1 0】 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有し、第 1 のアライメントマークが形成された光導波路基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有し、第 2 のアライメントマークが形成されたアクチュエータ基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを前記第 1 及び第 2 のアライメントマークを利用して位置合わせして接合する段階と、

を備えたことを特徴とする光スイッチの製造方法。

【請求項 1 1】 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせして接合する段階と、

を備え、

前記アクチュエータは、信号を全く供給しない場合には当該アクチュエータに支持された前記ミラーが前記第 2 の位置に比べて前記アクチュエータ基板の前記一方の面から基板から遠い所定位置に復帰するように構成され、

前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との位置合わせの際に、前記アクチュエータ基板に所定の信号を与えて、前記 1 つ以上のミラーの全てを前記第 2 の位置に位置させることを特徴とする光スイッチの製造方法。

【請求項 1 2】 前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との位置合わせの終了後に、前記 1 つ以上のミラーの全てが前記所定位置に徐々に復帰するように、前記アクチュエータ基板に信号を供給することを特徴とする請求項 1 1 記載の光スイッチの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば光通信ネットワークや光交換システムなどにおいて用いられる光路を切り替える光スイッチ、及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、光通信ネットワークの信号交換の方法として、多数の平行な入力光ファイバの1本から多数の平行な出力光ファイバの1本に光信号を送る光スイッチングマトリクスが開発が行われている。

【0003】

その具体的な方法として、特開2001-142008号公報に示すように光ファイバの光をマトリクス状に光路が形成された光導波路に導き、光路の交差点にマイクロ・エレクトロメカニカル・システム(MEMS)アクチュエータによって動かすことができる微小ミラーを挿入することで、その光の方向を変える方式が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

前述した方式による光スイッチを実現するためには、シリコン半導体プロセス等を応用したMEMSプロセスでシリコン基板等の上に作製したMEMSアクチュエータと微小ミラーを、別の工程で作製した光導波路基板に組み付けなければならない。すなわち、この光スイッチの製造において、ミラー受け入れ凹部を有する光導波路基板と、ミラー及び該ミラーを支持し移動させるアクチュエータを有するアクチュエータ基板とを、前記ミラーと前記ミラー受け入れ凹部とを位置合わせして接合しなければならない。

【0005】

実際にこのような位置合わせを行おうとすると、その位置合わせが非常に困難であることが判明した。すなわち、ミラー受け入れ凹部は光導波路の途中に設けられるものであるため、光量のロスを抑えるために、ミラー受け入れ凹部の幅は可能な限り狭く設定することが好ましい。このため、ミラーとミラー受け入れ凹部との位置合わせには、非常に高い精度が要求される。しかも、ミラーをミラー

受け入れ凹部に対して位置合わせする過程において、ミラーがミラー受け入れ凹部以外の部分にぶつかってしまうと、ミラーが簡単に破損してしまう。したがって、光導波路基板とアクチュエータ基板との位置合わせは困難である。特に、ミラーの数が多い場合には、全てのミラーを対応するミラー受け入れ凹部と位置合わせしなければならないため、その位置合わせは極めて困難である。

【0006】

しかしながら、特開2001-142008号公報には、そのような位置合わせを容易にかつ歩留り良く行うための方法や構造については、全く開示も示唆もされていない。

【0007】

また、前記アクチュエータは信号に応じて駆動されるものであるが、アクチュエータ基板が光導波路基板と接合されるという特殊性を前提とした上で、装置の小型化や製造過程における検査等の便宜などを図るためには、アクチュエータ基板に信号を供給するための構造等を工夫する必要がある。

【0008】

しかしながら、特開2001-142008号には、その信号を供給するための構造等についても、全く開示されていない。

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、容易かつ歩留り良く製造することができる光スイッチ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

また、本発明は、装置の小型化や製造過程における検査等の便宜などを図ることができる光スイッチを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための手段として、下記(1)～(28)の光スイッチ及びその製造方法を開示する。

【0012】

- (1) 1つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の

一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板と、

を備え、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とが位置合わせされて接合され、

前記光導波路基板には、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせするための第 1 のアライメントマークが形成され、

前記アクチュエータ基板には、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせするための第 2 のアライメントマークが形成されたことを特徴とする光スイッチ。

【 0 0 1 3 】

(2) 前記第 1 及び第 2 のアライメントマークは、赤外線により観察可能であることを特徴とする前記 (1) の光スイッチ。

【 0 0 1 4 】

(3) 前記第 1 のアライメントマークは、前記光導波路基板の前記一方の面に形成され、

前記第 2 のアライメントマークは、前記アクチュエータ基板の前記一方の面に形成され、

前記アクチュエータ基板は、赤外線を透過させる特性を有することを特徴とする前記 (1) 又は (2) の光スイッチ。

【 0 0 1 5 】

(4) 前記アクチュエータ基板に対する電氣的な接続の中継を行うための中継基板を備え、

前記中継基板は、その一部が前記アクチュエータ基板からはみ出すように、前記アクチュエータ基板の他方の面に接合され、

前記中継基板は赤外線を実質的に透過させない特性を有し、

前記中継基板は、前記第2のアライメントマークに対応する前記アクチュエータ基板の前記他方の面の領域を、覆わないことを特徴とする前記(3)の光スイッチ。

【 0 0 1 6 】

(5) 前記アクチュエータ基板の前記一方の面に複数の電気接続用の第1のパッドが形成され、

前記アクチュエータ基板からの前記中継基板のはみ出し部分における前記アクチュエータ基板側の面に、複数の電気接続用の第2のパッドが形成され、

前記複数の第1のパッドと前記複数の第2のパッドとが、ボンディングワイヤによりそれぞれ電氣的に接続され、

前記中継基板に、各々が前記複数の第2のパッドのいずれかと電氣的に接続された電気接続用の複数の第3のパッドが形成され、

前記中継基板に、各々が前記複数の第2のパッドのうちの一部の第2のパッドにそれぞれ電氣的に接続された複数の導電部が形成され、

前記複数の導電部の各々の少なくとも一部分同士の間隔は、前記複数の第2のパッドの間隔及び前記複数の第3のパッドの間隔より広いことを特徴とする前記(4)の光スイッチ。

【 0 0 1 7 】

(6) 前記複数の導電部は、前記中継基板の前記はみ出し部分における前記アクチュエータ基板側の面に形成され、

前記複数の第3のパッドは、前記中継基板の前記アクチュエータ基板と反対側の面に形成されたことを特徴とする前記(5)の光スイッチ。

【 0 0 1 8 】

(7) 複数の外部接続用リード端子を有する基体を備え、

前記複数の第3のパッドと前記複数の外部接続用リード端子とが、ボンディングワイヤによりそれぞれ電氣的に接続されたことを特徴とする前記(5)又は(6)の光スイッチ。

【0019】

(8) 前記複数の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、前記1つ以上のミラーの全てが前記第2の位置に位置することを特徴とする前記(5)～(7)のいずれかの光スイッチ。

【0020】

(9) 前記複数の第3のパッドにそれぞれ所望の光スイッチング動作を行わせるための信号が供給されたときに、当該光スイッチング動作を行わせるように、かつ、前記複数の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、前記1つ以上のミラーの全てが前記第2の位置に位置するように、前記1つ以上のアクチュエータを駆動する駆動回路が、前記アクチュエータ基板に搭載されたことを特徴とする前記(5)～(8)のいずれかの光スイッチ。

【0021】

(10) 前記1つ以上のミラーの前記第2の位置が前記1つ以上のミラー受け入れ凹部から完全に退出した位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とがスペーサを介して接合されたことを特徴とする前記(1)～(9)のいずれかの光スイッチ。

【0022】

(11) 前記スペーサは、前記アクチュエータ基板における前記1つ以上のミラーが分布している領域を囲むように、設けられたことを特徴とする前記(10)の光スイッチ。

【0023】

(12) 前記光導波路のコア層の屈折率と略同じ屈折率を持つ屈折率整合液が、前記ミラー受け入れ凹部内に入るように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との間に充填され、

前記スペーサは、前記屈折率整合液を密封するシール構造の一部を構成するこ

とを特徴とする前記（１１）の光スイッチ。

【 0 0 2 4 】.

（１３） １つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された１つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記１つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記１つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記１つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板と、

前記１つ以上のミラーと、前記１つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第１の位置と当該面に相対的に近い第２の位置とに位置させる１つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板と、

前記アクチュエータ基板に対する電気的な接続の中継を行うための中継基板と

を備え、

前記１つ以上のミラーの前記第１の位置が前記１つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記１つ以上のミラーの前記第２の位置が前記１つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とが位置合わせされて接合され、

前記中継基板は、その一部が前記アクチュエータ基板からはみ出すように、前記アクチュエータ基板の他方の面に接合されたことを特徴とする光スイッチ。

【 0 0 2 5 】

（１４） 前記アクチュエータ基板の前記一方の面に複数の電気接続用の第１のパッドが形成され、

前記アクチュエータ基板からの前記中継基板のはみ出し部分における前記アクチュエータ基板側の面に、複数の電気接続用の第２のパッドが形成され、

前記複数の第１のパッドと前記複数の第２のパッドとが、ボンディングワイヤによりそれぞれ電気的に接続され、

前記中継基板に、各々が前記複数の第２のパッドのいずれかと電気的に接続さ

れた電気接続用の複数の第3のパッドが形成されたことを特徴とする前記(13)の光スイッチ。

【0026】

(15) 複数の外部接続用リード端子を有する基体を備え、
前記複数の第3のパッドと前記複数の外部接続用リード端子とが、ボンディングワイヤによりそれぞれ電氣的に接続されたことを特徴とする前記(13)又は(14)の光スイッチ。

【0027】

(16) 前記中継基板に、各々が前記複数の第2のパッドのうちの一部の第2のパッドにそれぞれ電氣的に接続された複数の導電部が形成され、
前記複数の導電部の各々の少なくとも一部分同士の配置ピッチは、前記複数の第2のパッドの配置ピッチ及び前記複数の第3のパッドの配列ピッチより広いことを特徴とする前記(14)又は(15)の光スイッチ。

【0028】

(17) 前記複数の導電部は、前記中継基板の前記はみ出し部分における前記アクチュエータ基板側の面に形成され、
前記複数の第3のパッドは、前記中継基板の前記アクチュエータ基板と反対側の面に形成されたことを特徴とする前記(16)の光スイッチ。

【0029】

(18) 前記複数の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、前記1つ以上のミラーの全てが前記第2の位置に位置することを特徴とする前記(16)又は(17)の光スイッチ。

【0030】

(19) 前記複数の第3のパッドにそれぞれ所望の光スイッチング動作を行わせるための信号が供給されたときに、当該光スイッチング動作を行わせるように、かつ、前記複数の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、前記1つ以上のミラーの全てが前記第2の位置に位置するように、前記1つ以上のアクチュエータを駆動する駆動回路が、前記アクチュエータ基板に搭載されたことを特徴とする前記(16)～(18)のいずれかの光スイッチ。

【 0 0 3 1 】

(2 0) 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板と、

を備え、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とが位置合わせされて接合され、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部から完全に退出した位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とがスペーサを介して接合されたことを特徴とする光スイッチ。

【 0 0 3 2 】

(2 1) 前記スペーサは、前記アクチュエータ基板における前記 1 つ以上のミラーが分布している領域を囲むように、設けられたことを特徴とする前記 (2 0) の光スイッチ。

【 0 0 3 3 】

(2 2) 前記光導波路のコア層の屈折率と略同じ屈折率を持つ屈折率整合液が、前記ミラー受け入れ凹部内に入るように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との間に充填され、

前記スペーサは、前記屈折率整合液を密封するシール構造の一部を構成することを特徴とする前記 (2 1) の光スイッチ。

【 0 0 3 4 】

(2 3) 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有し、第 1 のアライメントマークが形成された光導波路基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有し、第 2 のアライメントマークが形成されたアクチュエータ基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを前記第 1 及び第 2 のアライメントマークを利用して位置合わせして接合する段階と、

を備えたことを特徴とする光スイッチの製造方法。

【 0 0 3 5 】

(2 4) 1 つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された 1 つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記 1 つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記 1 つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板を用意する段階と、

前記 1 つ以上のミラーと、前記 1 つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第 1 の位置と当該面に相対的に近い第 2 の位置とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板を用意する段階と、

前記導波路基板と前記アクチュエータ基板との間に接合されるスペーサを用意する段階と、

前記導波路基板及び前記アクチュエータ基板のいずれかに一方に前記スペーサを接合するスペーサ接合段階と、

前記スペーサ接合段階の後に行われる段階であって、前記 1 つ以上のミラーの前記第 1 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせして、前記スペーサと前記導波路基板及び前記アクチュエータの他方とを接合する段階と、

を備え、

前記導波路基板と前記アクチュエータとの間に前記スペーサが接合されたときに、前記 1 つ以上のミラーの前記第 2 の位置が前記 1 つ以上のミラー受け入れ凹部から完全に退出した位置となることを特徴とする光スイッチの製造方法。

【 0 0 3 6 】

(2 5) 前記光導波路基板に第 1 のアライメントマークが形成されるとともに、前記アクチュエータ基板に第 2 のアライメントマークが形成され、

前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との位置合わせは、前記第 1 及び第 2 のアライメントマークを利用して行われることを特徴とする前記 (2 4) の光スイッチの製造方法。

【 0 0 3 7 】

(2 6) 前記アクチュエータは、信号を全く供給しない場合には当該アクチュエータに支持された前記ミラーが前記第 2 の位置に比べて前記アクチュエータ基板の前記一方の面から基板から遠い所定位置に復帰するように構成され、

前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との位置合わせの際に、前記アクチュエータ基板に所定の信号を与えて、前記 1 つ以上のミラーの全てを前記第 2 の位置に位置させることを特徴とする前記 (2 3) ～ (2 5) のいずれかの光スイッチの製造方法。

【 0 0 3 8 】

(27) 1つ以上の入力ポートと、複数の出力ポートと、当該光導波路基板の一方の面側に形成された1つ以上のミラー受け入れ凹部と、前記1つ以上の入力ポートに入力された光を、前記複数の出力ポートのうちの、前記1つ以上のミラー受け入れ凹部に対する前記1つ以上のミラーの進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く光導波路と、を有する光導波路基板を用意する段階と、

前記1つ以上のミラーと、前記1つ以上のミラーに対応して設けられて当該対応するミラーを支持し、当該対応するミラーを、信号に応じて、当該アクチュエータ基板の一方の面側において当該面から相対的に遠い第1の位置と当該面に相対的に近い第2の位置とに位置させる1つ以上のアクチュエータと、を有するアクチュエータ基板を用意する段階と、

前記1つ以上のミラーの前記第1の位置が前記1つ以上のミラー受け入れ凹部に対する進出位置となるとともに、前記1つ以上のミラーの前記第2の位置が前記1つ以上のミラー受け入れ凹部に対する退出位置となるように、前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板とを位置合わせして接合する段階と、

を備え、

前記アクチュエータは、信号を全く供給しない場合には当該アクチュエータに支持された前記ミラーが前記第2の位置に比べて前記アクチュエータ基板の前記一方の面から基板から遠い所定位置に復帰するように構成され、

前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との位置合わせの際に、前記アクチュエータ基板に所定の信号を与えて、前記1つ以上のミラーの全てを前記第2の位置に位置させることを特徴とする光スイッチの製造方法。

【0039】

(28) 前記光導波路基板と前記アクチュエータ基板との位置合わせの終了後に、前記1つ以上のミラーの全てが前記所定位置に徐々に復帰するように、前記アクチュエータ基板に信号を供給することを特徴とする前記(26)又は(27)の光スイッチの製造方法。

【0040】

前記(1)～(28)において、前記光導波路は2次元マトリクス状に配置され、前記ミラー受け入れ凹部は前記光導波路の交差部の位置を含むように配置さ

れ、前記各ミラーは前記各交差部に進出し得るように配置されてもよい。

【 0 0 4 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による光スイッチ及びその製造方法について、図面を参照して説明する。

【 0 0 4 2 】

図 1 は、本発明の一実施の形態による光スイッチを模式的に示す概略平面図である。説明の便宜上、図 1 に示すように、互いに直交する X 軸、Y 軸及び Z 軸を定義する（後述する図についても同様である。）。光導波路基板 2 の面及びアクチュエータ基板 4 の面が X Y 平面と平行となっている。なお、説明の便宜上、Z 軸方向の + 側（矢印の向きの側）を + Z 側、Z 軸方向の - 側を - Z 側といい、X 軸方向及び Y 軸方向についても同様とする。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、全てのミラー 3 1 が光導波路基板 2 の溝 2 4 内へ進出した状態を示す図 1 中の A - B 線に沿った概略断面図である。図 3 は、全てのミラー 3 1 が光導波路基板 2 の溝 2 4 から退出した状態を示す図 1 中の A - B 線に沿った概略断面図である。図 4 は、図 1 に示す光スイッチの製造過程における、基体 1、光導波路基板 2、光入力用光ファイバ 1 1 及び光出力用光ファイバ 1 2, 1 3 の組立体を、模式的に示す概略平面図である。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態による光スイッチは、図 1 乃至図 4 に示すように、パッケージ本体（図示せず）の底面部あるいはパッケージ本体内に配置される基台などの基体 1 と、基体 1 上に接合された光導波路基板 2 と、光導波路基板 2 上にスペーサ 3 を介して接合されたアクチュエータ基板 4 と、アクチュエータ基板 4 上に接合された中継基板 5 とを備えている。

【 0 0 4 5 】

基体 1 には、図 1 及び図 4 に示すように、10 本の外部接続用リード端子 6 が設けられている。

【 0 0 4 6 】

光導波路基板 2 は、図 2 乃至図 4 に示すように、図 4 中の左側端面の 3 つの入力ポート 2 1 と、図 4 中の右側端面の 3 つの出力ポート 2 2 と、図 4 中の下側端面の 3 つの出力ポート 2 3 と、光導波路基板 2 の - Z 側の面に形成された 3×3 個のミラー受け入れ凹部としての溝 2 4 と、光導波路 2 5 とを有している。

【 0 0 4 7 】

3 つの入力ポート 2 1 には 3 本の光入力用光ファイバ 1 1 が、3 つの出力ポート 2 2 には 3 本の光出力用光ファイバ 1 2 が、3 つの出力ポート 2 3 には 3 本の光出力用光ファイバ 1 3 が、それぞれ光学的に結合されている。

【 0 0 4 8 】

光導波路 2 5 は、3 つの入力ポート 2 1 に入力された光を、 3×3 個の溝 2 4 の各々に対する 3×3 個の後述するミラー 3 1 の各々の進出（図 2 参照）及び退出（図 3 参照）に応じて選択された出力ポートに導くように、形成されている。本実施の形態では、光導波路 2 5 は 3×3 のマトリクス状に形成され、それらの 3×3 個の交差点部にそれぞれ前記溝 2 4 が形成されている。以上述べた 3×3 の数は、単なる例示であり、これに限定されるものではない。2 次元マトリクス状の構成を採用する場合には、 3×3 に代えて、一般的に、 $M \times N$ （ M 及び N は 2 以上の整数）とすればよい。例えば、 100×100 の場合も原理的には同一である。もっとも、本発明では必ずしも 2 次元マトリクス状の構成を採用する必要はない。各ポート 2 1, 2 2, 3 3 は、光導波路基板 2 の端面に現れた光導波路 2 5 の端部となっている。なお、光導波路 2 5 は、コア層及びクラッド層等により構成されるが、その構成は周知である。

【 0 0 4 9 】

前記溝 2 4 の幅は、光量のロスを抑えるため、可能な限り狭く設定することが好ましい。なお、図 4 において一直線状に並んでいる各溝 2 4 は、連続させて全体として一本の溝として構成してもよい。

【 0 0 5 0 】

このような光導波路基板 2 は、シリコン基板やガラス基板等を用いて公知の製造方法により製造することができることは、言うまでもない。

【 0 0 5 1 】

ところで、光導波路基板 2 の -Z 側の面には、従来と異なり、図 4 に示すように、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 とを位置合わせするためのアライメントマーク 26 が形成されている。このアライメントマーク 26 は、例えば、通常のフォトリソ・エッチング技術で 1 ミクロン程度彫り込むことで形成することができ、赤外線により観察可能となっている。本実施の形態では、アライメントマーク 26 は、図 4 に示すように、十字状のパターンとされて 2 箇所形成されているが、そのパターンや数等は適宜に設定することができる。

【0052】

次に、アクチュエータ基板 4 について、図 5 乃至図 10 を参照して説明する。図 5 は、アクチュエータ基板 4 を模式的に示す概略平面図である。なお、図 5 では、アクチュエータ 32、配線パターン、駆動回路等は省略している。図 6 は、1 つのミラー 31 及びこれを支持・駆動する 1 つのアクチュエータ 32 を模式的に示す概略拡大平面図である。図 7 は、図 6 中の X1-X2 線に沿った概略断面図である。図 8 は、図 6 中の Y1-Y2 線に沿った概略断面図である。図 9 は、図 7 に対応する概略断面図であり、ミラー 31 がアクチュエータ基板 4 の +Z 側の面に相対的に近い位置（第 2 の位置、本実施の形態ではアクチュエータ基板 4 の +Z 側の面上の位置）に保持された状態（以下、「ミラー 31 が基板 4 側に引っ込んだ状態」という。）を示している。なお、図 7 は、ミラー 31 がアクチュエータ基板 4 の +Z 側の面から相対的に遠い位置（第 1 の位置）に復帰した状態（以下、「ミラー 31 が基板 4 から突出した状態」という。）を示している。図 10 は、アクチュエータ基板 4 に搭載された回路を示す電気回路図である。

【0053】

アクチュエータ基板 4 は、3×3 個の微小ミラー 31 と、これらのミラー 31 に対応して設けられて当該対応するミラー 31 を支持し、当該対応するミラー 31 を、信号に応じて、アクチュエータ基板 4 の +Z 側の面の側（すなわち、+Z 側）において当該面から相対的に遠い第 1 の位置（図 7 参照）と当該面に相対的に近い第 2 の位置（図 9 参照）とに位置させる 1 つ以上のアクチュエータ 32 と、を有している。3×3 個のミラー 31 は、図 5 に示すように、光導波路 25 の 3×3 個の溝 24 と対応する位置に配置されている。

【 0 0 5 4 】

各アクチュエータ 3 2 は、図 6 乃至図 9 に示すように、可動板 3 3 と、可動板 3 3 の X 軸方向の両側に設けられたフレクチュア部 3 4 a, 3 4 b と、を有している。アクチュエータ基板には、可動板 3 3 が進入する領域となる凹部 3 8 が形成されている。本実施の形態では、アクチュエータ基板 4 としてシリコン基板等の半導体基板が用いられ、基板 4 における可動板 3 3 との対向部分が第 1 の電極部を構成している。もっとも、基板 4 とは別に、基板 4 上に金属膜等により第 1 の電極部を形成してもよい。

【 0 0 5 5 】

可動板 3 3 は、薄膜で構成され、S i N 膜又は S i O ₂ 膜などの下側絶縁膜 3 6 と、下側絶縁膜 3 6 上に形成された第 2 の電極部としての A 1 膜等の金属膜 3 7 とから構成されている。金属膜 3 7 は、前記第 1 の電極部を構成している基板 4 との間の電圧により基板 4 との間に静電力を生じ得るものである。

【 0 0 5 6 】

本実施の形態では、可動板 3 3 の X 軸方向の両端部が、バネ性を有するバネ性部としてのフレクチュア部 3 4 a, 3 4 b と、アンカー部 3 5 a, 3 5 b とを、それぞれこの順に介して、基板 4 における凹部 3 8 の周辺部に機械的に接続されている。フレクチュア部 3 4 a, 3 4 b 及びアンカー部 3 5 a, 3 5 b は、可動板 3 3 からそのまま連続して延びた、下側絶縁膜 3 6 及び上側金属膜 3 7 で構成されている。上側金属膜 3 7 は、アンカー部 3 5 a, 3 5 b において、下側絶縁膜 3 6 に形成した穴（図示せず）を介して基板 4 の所定箇所にそれぞれ電氣的に接続されている。

【 0 0 5 7 】

フレクチュア部 3 4 a, 3 4 b は、図 6 に示すように平面視で曲がりくねった形状を有している。これにより、可動板 3 3 は、上下に（Z 軸方向に）移動し得るようになっている。すなわち、本実施の形態では、可動板 3 3 は、可動板 3 3 に静電力が作用してないときに（信号が全く供給されていないときに）フレクチュア部 3 4 a, 3 4 b のバネ力（復帰力）により復帰する上側位置（第 1 の位置）（図 7 及び図 8 参照）と、静電力が作用しているときに（信号が供給されてい

るときに) 可動板 3 3 が基板 4 の凹部 3 8 に進入してその底部に当接する下側位置 (第 2 の位置) (図 9 参照) との間を、移動し得るようになっている。

【 0 0 5 8 】

ミラー 3 1 は、可動板 3 3 の上面に直立して固定されている。ミラー 3 1 の反射面の向きは、その法線が X Y 平面と平行な面内において X 軸と 45° をなすように設定されている。もっとも、その向きは光導波路 2 5 の配置に合わせて適宜変更され得る。

【 0 0 5 9 】

ミラー 3 1 が基板 4 側に前記第 1 の位置に復帰している状態 (ミラー 3 1 が基板 4 から突出した状態) では、図 7 に示すように、X 軸方向に進行して来た入射光は、ミラー 3 1 にて反射され、図 7 中の紙面手前側に進行する。ミラー 3 1 が前記第 2 の位置に位置している状態 (ミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んだ状態) では、図 9 に示すように、X 軸方向に進行して来た入射光は、ミラー 3 1 で反射されることなく、そのまま通過して出射光となる。

【 0 0 6 0 】

図 7 及び図 9 では、ミラー 3 1 の位置に到達する入射光は空中を伝播するかのよう示しているが、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 とが図 2 及び図 3 に示すように位置合わせされてスペーサ 3 を介して接合されることにより、この入射光は、光導波路基板 2 の光導波路 2 5 により導かれて光導波路基板 2 の溝 2 4 内に到達し、ミラー 3 1 が前記第 1 及び第 2 の位置のいずれに位置しているかによりミラー 3 1 で反射されるかそのまま通過するかされた後に、その方向の光導波路 2 5 に導かれていくことになる。

【 0 0 6 1 】

すなわち、各ミラー 3 1 の前記第 1 の位置が光導波路基板 2 の各溝 2 4 に対する進出位置となるとともに、各ミラー 3 1 の前記第 2 の位置が各溝 2 4 に対する退出位置となるように、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 とが位置合わせされてスペーサ 3 を介して接合されている。

【 0 0 6 2 】

本実施の形態では、スペーサ 3 の厚さは、図 3 に示すように、各ミラー 3 1 の

前記第 2 の位置が溝 2 4 から完全に退出した位置となるように、設定されている。スペーサ 3 は、図 1 1 に示すように枠状に構成され、全てのミラー 3 1 が分布している領域を囲むように設けられている。図 1 1 はスペーサ 3 を示す図であり、図 1 1 (a) はその平面図、図 1 1 (b) は図 1 1 (a) 中の X 3 - X 4 矢視図である。

【 0 0 6 3 】

図 2 及び図 3 に示すように、光導波路基板 2 の光導波路 2 5 のコア層の屈折率と略同じ屈折率を持つ屈折率整合液 3 0 が、溝 2 4 内に入るように、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 との間に充填されている。スペーサ 3 は、屈折率整合液 3 0 を密封するシール構造の一部を構成している。スペーサ 3 は、後述するように光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 との位置合わせの際にミラー 3 1 の破損を防止する上で大きな役割を担うものであるが、屈折率整合液 3 0 のシールを容易に行うことができるようにする作用も持つ。なお、光量のロスを低減させる上で、屈折率整合液 3 0 を充填することが好ましいが、必ずしも屈折率整合液 3 0 を充填する必要はない。

【 0 0 6 4 】

図 5 に示すように、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 との位置合わせのためのアライメントマーク 3 9 が、アクチュエータ基板 4 の + Z 側の面に形成されている。アライメントマーク 3 9 は、前述したように正確に位置合わせが行われたときに、図 1 に示すように、光導波路基板 2 に形成されたアライメントマーク 2 6 (図 4 参照) とちょうど重なるように、配置されている。このアライメントマーク 3 9 も、例えば、通常のフォトリソ・エッチング技術で 1 ミクロン程度彫り込むことで形成することができ、赤外線により観察可能となっている。アクチュエータ基板 4 は、シリコン基板等で構成され、赤外線を透過させる特性を有している。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態では、アクチュエータ基板 4 には、図 1 0 に示す駆動回路が搭載されている。ただし、図 1 0 中の電圧 V C は外部から供給される。

【 0 0 6 6 】

図 6 乃至図 9 に示す 1 つのミラー 3 1 を駆動する 1 つのアクチュエータ 3 2 は、電気回路的には、1 個のコンデンサ（第 1 の電極部（基板 4）と第 2 の電極部（可動板 2 1 を構成する金属膜 3 7））とがなすコンデンサ）と見なせる。図 1 0 では、 m 行 n 列のアクチュエータ 3 2 のコンデンサをそれぞれ C_{mn} と表記している。例えば、図 1 0 中の左上の（1 行 1 列の）アクチュエータ 3 2 のコンデンサを C_{11} と表記している。コンデンサ C_{mn} に電圧を印加することで、対応するアクチュエータの可動板 2 1 と基板 4 との間で互いに引き合う静電力が発生して、図 3 及び図 9 に示すようにミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んだ状態となり、コンデンサ C_{mn} を放電することで、対応するアクチュエータの可動板 2 1 と基板 4 との間の静電力が消失して前記バネ力により、図 2 及び図 7 に示すようにミラー 3 1 が基板 4 から突出した状態となる。すなわち、コンデンサー C_{mn} に電圧を印加したり放電したりすることで対応するミラー 3 1 を動かすことができる。

【 0 0 6 7 】

図 1 0 に示す回路では、コンデンサ C_{mn} に対して、列選択スイッチ $M_{mn b}$ と行選択スイッチ $M_{mn a}$ が設けられている。コンデンサ C_{mn} の一端が行選択スイッチ $M_{mn a}$ の一端に接続され、行選択スイッチ $M_{mn a}$ の他端が列選択スイッチ $M_{mn b}$ の一端に接続され、列選択スイッチ $M_{mn b}$ の他端は電圧制御スイッチ $MC 1$ の一端及び $MC 2$ の一端に接続されている。コンデンサ C_{mn} の他端はグランドに接続されている。電圧制御スイッチ $MC 1$ の他端はクランプ電圧 V_C に接続され、電圧制御スイッチ $MC 2$ の他端はグランドに接続されている。電圧制御スイッチ $MC 1$ 、 $MC 2$ のゲートは、端子 $C 1$ 、 $C 2$ にそれぞれ接続されている。

【 0 0 6 8 】

スイッチング素子としての列選択スイッチ $M_{mn b}$ 、行選択スイッチ $M_{mn a}$ 、電圧制御スイッチ $MC 1$ 、 $MC 2$ は、例えば、アクチュエータ基板 4 としてシリコン基板を用いた場合、基板 4 に形成した N 型 MOS トランジスタで構成することができる。ここでは、これらのスイッチは、N 型 MOS トランジスタで構成されているものとする。

【 0 0 6 9 】

1 行目の行選択スイッチ M 1 1 a, M 1 2 a, M 1 3 a のゲートは、配線 O V 1 で共通接続されて、N O R ゲート N V 1 の出力端子に接続されている。同様に、2 行目の行選択スイッチのゲートは配線 O V 2 で N O R ゲート N V 2 の出力端子に接続され、3 行目の行選択スイッチのゲートは配線 O V 3 で N O R ゲート N V 3 の出力端子に接続されている。N O R ゲート N V 1 ~ N V 3 の一方の入力端子は端子 V 1 に接続され、それらの他方の入力端子は、配線 D V 1 ~ D V 3 をそれぞれ介してデコーダ D V の各出力端子にそれぞれ接続されている。デコーダ D V は、アドレス端子 V A 1, V A 2 の状態に応じた行選択信号を配線 D V 1 ~ D V 3 に供給する。

【 0 0 7 0 】

1 列目の列選択スイッチ M 1 1 b, M 1 2 b, M 1 3 b のゲートは、配線 O H 1 で共通接続されて、N O R ゲート N H 1 の出力端子に接続されている。同様に、2 列目の列選択スイッチのゲートは配線 O H 2 で N O R ゲート N H 2 の出力端子に接続され、3 行目の列選択スイッチのゲートは配線 O H 3 で N O R ゲート N H 3 の出力端子に接続されている。N O R ゲート N H 1 ~ N H 3 の一方の入力端子は端子 H 1 に接続され、それらの他方の入力端子は、配線 D H 1 ~ D H 3 をそれぞれ介してデコーダ D H の各出力端子にそれぞれ接続されている。デコーダ D H は、アドレス端子 H A 1, H A 2 の状態に応じた列選択信号を配線 D H 1 ~ D H 3 に供給する。

【 0 0 7 1 】

通常の光スイッチの使用状況では、要求に応じて特定のミラー 3 1 を動かす必要がある。例えば、全てのミラー 3 1 が図 3 及び図 9 に示すミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んだ状態、すなわち全てのコンデンサに電圧が印加されている状態からコンデンサ C 1 1 に対応するミラー 3 1 のみ図 7 及び図 8 に示すミラー 3 1 が基板 4 から突出した状態にするときには、スイッチ M 1 1 a, M 1 1 b, M C 2 を O N にして、コンデンサ C 1 1 を放電させる。

【 0 0 7 2 】

その場合は、各スイッチが N 型 M O S トランジスタであれば、配線 O H 1, O

V1を5V程度のハイレベルにし、配線OH2, OH3, OV2, OV3は0V程度のローレベルにしておく。その後、端子C2をハイレベルにすれば、コンデンサC11の放電が起こる。

【0073】

配線OH1をハイレベルにするには、NORゲートNH1の入力端子のどちらかをローレベルにすればよい。端子H1は常にハイレベルにしておき、配線DH1はデコーダDHのアドレス端子HA1, HA2の状態で制御する。例えば、HA1がハイレベルでHA2がローレベルの時DH1がローレベルになり、DH2, DH3がハイレベルになるように、デコーダDHのロジックを構成しておく。同様に、配線OV1をハイレベルにするには、NORゲートNV1の入力端子のどちらかをローレベルにすればよい。端子V1は常にハイレベルにしておき、配線DV1はデコーダDVのアドレス端子VA1, VA2の状態で制御する。例えば、VA1がハイレベルでVA2がローレベルの時DV1がローレベルになり、DV2, DV3がハイレベルになるように、デコーダDVのロジックを構成しておく。アドレス端子数Nの時最大で 2^N 出力のデコーダ回路は通常の方法で構成できる。

【0074】

このような通常の光スイッチの使用状況時の動作は、NORゲートNV1～NV3, NH1～NH3及び端子V1, H1を取り除き、配線OV1, DV1間を直結し、これに対応する配線間も直結しておくことにより、実現することができる。このような駆動回路の構成が、従来の技術常識に従った回路構成である。

【0075】

これに対し、本実施の形態では、NORゲートNV1～NV3, NH1～NH3及び端子V1, H1を追加し前述したように配線することにより、制御端子H1, V1をローレベルとすることで、デコーダDH, DVの出力と無関係に、全てのスイッチMnma, MnmnbをONとすることができる。このとき、端子H1, V1をローレベル、端子C1をハイレベルにすれば、全てのコンデンサCmnが充電される。その結果、全てのミラー31が基板4側に引っ込んだ状態となる。

【0076】

したがって、本実施の形態によれば、アドレス端子VA1, VA2, HA1, HA2に信号を供給することなく（すなわち、これらのアドレス端子を電氣的にフローティングにして）、端子H1, V1, C1, C2、クランプ電圧VC端子（図示せず）及びグラウンド端子（図示せず）の、合計6個の端子にそれぞれ前述した所定の信号を供給するだけで、全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にすることができる。なお、端子H1, V1に印加すべき信号は常に同一であるので、両者を共通に接続してもよい。この場合、使用すべき端子の数を更に1個減らすことができる。

【0077】

勿論、NORゲートNV1~NV3, NH1~NH3及び端子V1, H1を取り除いた前記回路構成を採用しても、端子C1, C2, VA1, VA2, HA1, HA2、クランプ電圧VC端子及びグラウンド端子の、合計8個の端子にそれぞれ所定の信号を供給すれば、全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にすることができる。しかしながら、この場合には、使用すべき端子の数が増大することは避けられない。特に、ミラー31の数が増えると、それに応じてアドレス端子の数も増えることから、全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にするために使用すべき端子の数が大幅に増大してしまう。例えば、光入力用光ファイバ11の数、光出力用光ファイバ12の数及び光出力用光ファイバ13の数をそれぞれ64本とする場合には、ミラー31の数は 64×64 個となる。 $64 = 2^6$ であるので、アドレス端子の数は、水平6個垂直6個の合計12個必要となる。この場合、NORゲートNV1~NV3, NH1~NH3及び端子V1, H1を取り除いた前記回路構成を採用して、全てのミラー31を図9に示すような状態にするためには、端子C1, C2、クランプ電圧VC端子及びグラウンド端子の他に12個のアドレス端子に信号を供給する必要がある、合計16個もの端子に信号を供給する必要がある。これに対し、本実施の形態のように、NORゲートNV1~NV3, NH1~NH3及び端子V1, H1を用いた回路構成を採用すれば、ミラー31の数が 64×64 個であっても、ミラー31の数と無関係に6個の端子に信号を供給するだけで、全てのミラー31を基板4側に引っ込

んだ状態にすることができる。

【0078】

本実施の形態による光スイッチの製造時において全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にすることや、その状態にするのに少ない端子しか使用しなくて済むことによって、多大な利点を得ることができるが、この点については、後に説明する。

【0079】

本実施の形態では、図5に示すように、アクチュエータ基板4の+Z側の面には、端子H1、V1、C1、C2、VA1、VA2、HA1、HA2、クランプ電圧VC端子及びグラウンド端子にそれぞれ相当する10個の電気接続用のパッド(第1のパッド)40が形成されている。

【0080】

以上説明した構成を有するアクチュエータ基板4は、例えば、MOSトランジスタ製造プロセスの他、膜の形成及びパターニング、エッチングなどの半導体製造技術を利用して、製造することができる。

【0081】

ここで、アクチュエータ基板4と中継基板5との関係について、図1乃至図3のみならず図12も参照して説明する。図12は、図1に示す光スイッチの製造過程における、アクチュエータ基板4と中継基板5との組立体を、模式的に示す図であり、図12(a)は+Z側から見た概略平面図、図12(b)は図12(a)中のY3-Y4矢視図、図12(c)は-Z側から見た概略平面図である。

【0082】

これらの図に示すように、中継基板5は、アクチュエータ基板4に対する電気的な接続の中継を行うための基板であり、例えば、セラミック基板により構成され、赤外線を実質的に透過させない特性を有している。中継基板5は、その一部がアクチュエータ基板4からはみ出すように、アクチュエータ基板4の-Z側の面に接合されている。アクチュエータ基板4の+Z側の面に形成されたアライメントマーク39に対応するアクチュエータ基板4の-Z側の面領域を中継基板5が覆わないように、中継基板5の中央部には、開口部41が形成されている。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 に示すように、アクチュエータ基板 4 からの中継基板 5 のはみ出し部分における + Z 側の面には、アクチュエータ基板 4 のパッド (第 1 のパッド) 4 0 と 1 対 1 に対応する 1 0 個の電気接続用のパッド (第 2 のパッド) 4 2 が形成されている。各パッド 4 0 と各パッド 4 2 とが、金線等のボンディングワイヤ 4 3 によりそれぞれ電氣的に接続されている。

【 0 0 8 4 】

1 0 個のパッド 4 2 のうちの一部のパッドである 6 個のパッド 4 2 にそれぞれ電氣的に接続された 6 本の配線パターン 4 4 が、中継基板 5 のはみ出し部分の + Z 側の面に形成されている。6 本の配線パターン 4 4 は、前記はみ出し部分の端縁までそれぞれ延び、その端縁付近の部分同士の配置ピッチが、パッド 4 0 の配置ピッチ及び後述するパッド 4 6 の配置ピッチより広がっている。図 1 2 に示す状態では、6 本の配線パターン 4 4 の端縁付近の部分に、6 本の仮設のリード端子 4 5 の根元部分が接続され、リード端子 4 5 の配置ピッチも広がっている。

【 0 0 8 5 】

前記 6 個のパッド 4 2 は、全てのミラー 3 1 を基板 4 側に引っ込んだ状態にするために使用される前述した端子 H 1, V 1, C 1, C 2、クランプ電圧 V C 端子及びグラウンド端子にそれぞれ対応している。したがって、これらの 6 個の端子がそれぞれリード端子 4 5 にそれぞれ電氣的に接続されている。このため、6 個のリード端子 4 5 から前述した所定の信号を供給すると、全てのミラー 3 1 を基板 4 側に引っ込んだ状態にすることができる。図 1 2 に示す状態では、全く信号が供給されていないので、図 1 2 (b) に示すように、全てのミラー 3 1 が基板 4 から突出した状態となっている。リード端子 4 5 は、後述するように、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 との位置合わせ時に使用されるものであり、その位置合わせ後にアクチュエータ基板 4 の端縁に沿って切除され、リード端子 4 5 の根元部分のみが配線パターン 4 4 上に残る。したがって、図 1 では、リード端子 4 5 は現れていない。

【 0 0 8 6 】

本実施の形態では、6組の配線パターン44及びリード端子45の残りの根元部分が、各々が6個のパッド40に電氣的に接続された6個の導電部を構成している。前述した説明からわかるように、これらの導電部の端縁側部分同士の配置ピッチは、パッド40の配置ピッチ及び後述するパッド46の配置ピッチより広くなっている。

【0087】

中継基板5の-Z側の面には、図1及び図12に示すように、電気接続用の10個のパッド(第3のパッド)46が形成されている。10個の第3のパッド46は、10個の第2のパッド42に、図示しないスルーホールを介して、それぞれ電氣的に接続されている。10個のパッド46は、図1に示すように、基体1に設けられた10本の外部接続用リード端子6に、金線等のボンディングワイヤ47によりそれぞれ電氣的に接続されている。したがって、10本の外部接続用リード端子6は、端子H1, V1, C1, C2, VA1, VA2, HA1, HA2、クランプ電圧VC端子及びグラウンド端子にそれぞれ電氣的に接続されている。このため、外部接続用リード端子6から、所望の光スイッチング動作を行わせるための信号を供給することができる。

【0088】

前述した電氣的な接続が行われているので、アクチュエータ基板4に搭載されている図10に示す駆動回路は、10個のパッド46にそれぞれ所望の光スイッチング動作を行わせるための信号が供給されたときに、当該光スイッチング動作を行わせるように、かつ、前記6個の導電部にそれぞれ所定の信号が供給されたときに、全てのミラー31が基板4側に引っ込んだ状態となるように、アクチュエータ31を駆動することになる。

【0089】

次に、本実施の形態による光スイッチを製造する製造方法の一例について、説明する。

【0090】

まず、基体1、光導波路基板2、外部接続用リード端子6、及び光ファイバ11, 12, 13をそれぞれ用意し、これらを図4に示す組立体の状態に組み立て

る。すなわち、基体 1 にリード端子 6 を取り付け、光導波路基板 2 を接着剤等により基体 1 に接合し、光導波路基板 2 の各ポート 2 1 ~ 2 3 に光ファイバ 1 1 ~ 1 3 をそれぞれ結合する。もっとも、光導波路基板 2 の基体 1 への接合や、光ファイバ 1 1 ~ 1 3 の結合は、後述するように光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 とを位置合わせしてスペーサ 3 を介して接合した後に、行ってもよい。

【 0 0 9 1 】

一方、アクチュエータ基板 4 及び中継基板 5 をそれぞれ用意し、これらを図 1 2 に示す組立体の状態に組み立てる。すなわち、アクチュエータ基板 4 と中継基板 5 とを接着剤等で接合し、パッド 4 0, 4 2 間をワイヤボンダ法により金線等のボンディングワイヤ 4 3 で接続し、配線パターン 4 4 に仮設のリード端子 4 5 を接続する。図 1 2 に示す組立体の状態、アクチュエータ基板 4 に中継基板 5 を介して信号を供給して、アクチュエータ基板 4 の動作を確認し、アクチュエータ基板 4 を検査する。このとき、アクチュエータ基板 4 が不良であれば、このアクチュエータ基板 4 を光導波路基板 2 に組み付けることなく廃棄等することができる。中継基板 5 を設けずにアクチュエータ基板 4 上のパッドを基体 1 上の外部接続用リード端子 6 に直接に接続する構成を採用することも可能であるが、その場合には、アクチュエータ基板 4 単体でその検査を行うことが困難であるため、最終的に光スイッチが完成した段階でしかアクチュエータ基板の良・不良を確認することができない。この場合、アクチュエータ基板 4 が不良であった場合には、その光スイッチ全体を廃棄等せざるを得ず、部品の面でも製造の手数の面でも無駄が多く、コストアップを免れない。

【 0 0 9 2 】

次に、スペーサ 3 を光導波路基板 2 に接着剤や半田等で気密に接合する。その代わりに、スペーサ 3 をアクチュエータ基板 4 に接合しておいてもよい。

【 0 0 9 3 】

その後、図 1 2 に示す組立体のアクチュエータ基板 4 と光導波路基板 2 とを位置合わせして、アクチュエータ基板 4 とスペーサ 3 とを接着剤や半田等により気密に接合する。予めスペーサ 3 をアクチュエータ基板 4 に接合した場合には、スペーサ 3 と光導波路基板 2 とを接合すればよい。

【0094】

この位置合わせの様子を図14に示す。図14は、アクチュエータ基板4と光導波路基板2との位置合わせの様子を模式的に示す概略断面図であり、図2及び図3に対応している。この位置合わせは、図13に示すように、電圧印加回路51からリード線52を介して図12に示す組立体のリード端子45に、前述した所定の信号を供給して、全てのミラー31が基板4側に引っ込んだ状態で行う。図13は、図12に示す組立体に対する電圧印加状況を示す図であり、図13(a)は+Z側から見た概略平面図、図13(b)は図13(a)中のY5-Y6矢視図である。全てのミラー31が基板4側に引っ込んだ状態で位置合わせを行うので、アクチュエータ基板4の図4中の左右方向の位置がずれた状態でアクチュエータ基板4が図4中の下方に下げられたとしても、ミラー31が光導波路基板2の溝24以外の部分にぶつかる前に、アクチュエータ基板4がスペーサ3に当接した状態で規制される(このことは、図3からもわかる。)。このため、ミラー31が他の箇所にぶつかって破損するような事態が防止され、歩留りが向上する。このような位置合わせ時におけるミラー31の完全な破損防止効果は、位置合わせ時に全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にするという点とスペーサ3を介在させる点の両方によって、得られる。しかしながら、両者のいずれか一方の手段を採用するだけでも、両者の手段を全く採用しない場合に比べれば、ミラー31が破損してしまうような事態ははるかに生じ難くなる。

【0095】

前述したように、全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にするために使用する端子の数が6個で済むため、仮設のリード端子45の数も6本で済み、そのリード端子45の配置ピッチを、電圧印加回路21に対する電気配線を容易に行うことができる程度に確保しつつ、中継基板5を小型化することができ、ひいては光スイッチの小型化及びコストダウンを図ることができる。例えば、NORゲートNV1~NV3、NH1~NH3及び端子V1、H1を取り除いた前記回路構成を採用した場合、前述したミラー31の数が64×64個の例では、リード端子45を16本も並べる必要があり、中継基板5をかなり大きくしなければならず、光スイッチの大型化とコストアップを免れない。なお、パッド42は

リード端子45に比べて狭いピッチで作製することが一般的に可能である。

【0096】

また、アクチュエータ基板4と光導波路基板2との位置合わせは、光導波路基板2、アクチュエータ基板4にそれぞれ形成されたアライメントマーク26、39を赤外線により観察しながら、行う。例えば赤外線顕微鏡を用いて、アクチュエータ基板4を透過してアライメントマーク26、39を観察し、それらのマーク26、39が全て重なる位置にアクチュエータ基板4を横方向に移動させることと、アクチュエータ基板4を光導波路基板2に接近させることとを、同時に又は交互に繰り返しながら、アライメントマーク26、29が合った後にアクチュエータ基板4をスペーサ3に接触させて、アクチュエータ基板4を接着剤等によりスペーサ3に接合する。このように、アライメントマーク26、29を利用して位置合わせが行われるので、位置合わせが容易となるとともに、精度良く位置合わせを行うことができる。そして、本実施の形態では、アライメントマーク26、39は光導波路基板2及びアクチュエータ基板2の互いに対向する面に形成されているので、一方又は両方のアライメントマークを反対側の面に形成する場合に比べて、アライメントマーク26、39間の距離が近づくため、より精度良く位置合わせを行うことができる。このようなアライメントマーク26、39の配置を採用しても、アクチュエータ基板4が赤外線を透過する特性を有し、しかも、赤外線を透過させない中継基板5はアライメントマーク39の箇所を覆わないように設けられているので、アライメントマークの観察に何ら支障を来さない。

【0097】

以上のように全てのミラー31を基板4側に引っ込んだ状態にしてアクチュエータ基板4とスペーサ3とを接合した後、電圧印加回路51の出力電圧を変化させ全てのミラー31を基板4から突出した状態にする。リード端子45を介して図10中の端子C1をローレベルにし、次に端子C2をハイレベルにすれば、全てのコンデンサCmnの電圧が放電され静電力が無くなるため、アクチュエータ32のパネ力によって全てのミラー31が基板4から突出した状態となる。その結果、全てのミラー31は、光導波路基板2の溝24に収まる。このようにミラ

ー 3 1 を基板 4 から突出した状態に復帰させる際には、ミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んだ状態から徐々に復帰させることが好ましい。前述した位置合わせが完全ではなくミラー 3 1 が溝 2 4 からずれているような場合、ミラー 3 1 を基板 4 から突出した状態に急激に復帰させると、すなわち、コンデンサ C_{mn} の電圧の放電を急減に行うと、ミラー 3 1 が破損してしまうおそれがあるからである。ミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んだ状態から基板 4 から突出した状態に徐々に復帰させるためには、例えば、電圧印加回路 5 1 が供給するクランプ電圧 V_C を徐々に低下させればよい。

【 0 0 9 8 】

その後、全てのリード端子 4 5 を、切断工具などで、アクチュエータ基板 4 の端縁に沿って切除する。もはや、電圧印加回路 5 1 からの信号の供給が不要となるためである。

【 0 0 9 9 】

次に、光導波路基板 2、アクチュエータ基板 4 又はスペーサ 3 に予め設けておいた注入口（図示せず）から、屈折率整合液 3 0 を光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 との間に注入し、その注入後に前記注入口を封止する。屈折率整合液 3 0 の注入に伴い、その注入圧による流体圧がミラー 3 1 に作用する。しかしながら、屈折率整合液 3 0 の注入は、ミラー 3 1 が基板 4 から突出して溝 2 4 内に進出した状態で行われているため、ミラー 3 1 が受ける流体圧は小さくなり、ミラー 3 1 が破損するおそれがない。ミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んで溝 2 4 から退出した状態で屈折率整合液 3 0 を注入すると、ミラー 3 1 が受ける流体圧が大きくなり、屈折率整合液 3 0 の注入圧を低下させない限り、ミラー 3 1 が破損するおそれが生ずる。

【 0 1 0 0 】

次いで、中継基板 5 のパッド 4 6 と基体 1 の外部接続用リード端子 6 との間をワイヤボンダ法により金線等のボンディングワイヤ 4 7 で接続する。これにより、図 1 に示す状態の組み立てが完了する。

【 0 1 0 1 】

その後、必要に応じてパッケージを完成させる工程などを行い、本実施の形態

による光スイッチが完成する。

【0102】

以上、本発明の一実施の形態による光スイッチとその製造方法の一例について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0103】

例えば、前記実施の形態では、アクチュエータ 3 2 の構造として、可動板 3 3 の両側をフレクチュア部 3 4 a, 3 4 b で支持する構造を採用されているが、例えば、カンチレバー（片持ち梁）を利用した構造を採用してもよい。

【0104】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、容易かつ歩留り良く製造することができる光スイッチ及びその製造方法を提供することができる。

【0105】

また、本発明によれば、装置の小型化や製造過程における検査等の便宜などを図ることができる光スイッチを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態による光スイッチを模式的に示す概略平面図である。

【図 2】

全てのミラーが光導波路基板の溝内へ進出した状態を示す図 1 中の A - B 線に沿った概略断面図である。

【図 3】

全てのミラーが光導波路基板の溝から退出した状態を示す図 1 中の A - B 線に沿った概略断面図である。

【図 4】

図 1 に示す光スイッチの製造過程における、基体、光導波路基板、光入力用光ファイバ及び光出力用光ファイバの組立体を、模式的に示す概略平面図である。

【図 5】

アクチュエータ基板を模式的に示す概略平面図である。

【図 6】

1つのミラー及びこれを支持・駆動する1つのアクチュエータを模式的に示す概略拡大平面図である。

【図 7】

図 6 中の X 1 - X 2 線に沿った概略断面図である。

【図 8】

図 6 中の Y 1 - Y 2 線に沿った概略断面図である。

【図 9】

ミラーが基板側に引っ込んだ状態を示す図 7 に対応する概略断面図である。

【図 1 0】

アクチュエータ基板に搭載された回路を示す電気回路図である。

【図 1 1】

スペーサを示す図である。

【図 1 2】

図 1 に示す光スイッチの製造過程における、アクチュエータ基板と中継基板との組立体を、模式的に示す図である。

【図 1 3】

図 1 2 に示す組立体に対する電圧印加状況を示す図である。

【図 1 4】

アクチュエータ基板と光導波路基板との位置合わせの様子を模式的に示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 1 基体
- 2 光導波路基板
- 3 スペーサ
- 4 アクチュエータ基板
- 5 中継基板
- 6 外部接続用リード端子
- 1 1 光入力用光ファイバ

1 2, 1 3 光出力用光ファイバ

2 4 溝 (ミラー受け入れ凹部)

2 5 光導波路

2 6, 3 9 アライメントマーク

3 0 屈折率整合液

3 1 ミラー

3 2 アクチュエータ

4 0, 4 2, 4 6 パッド

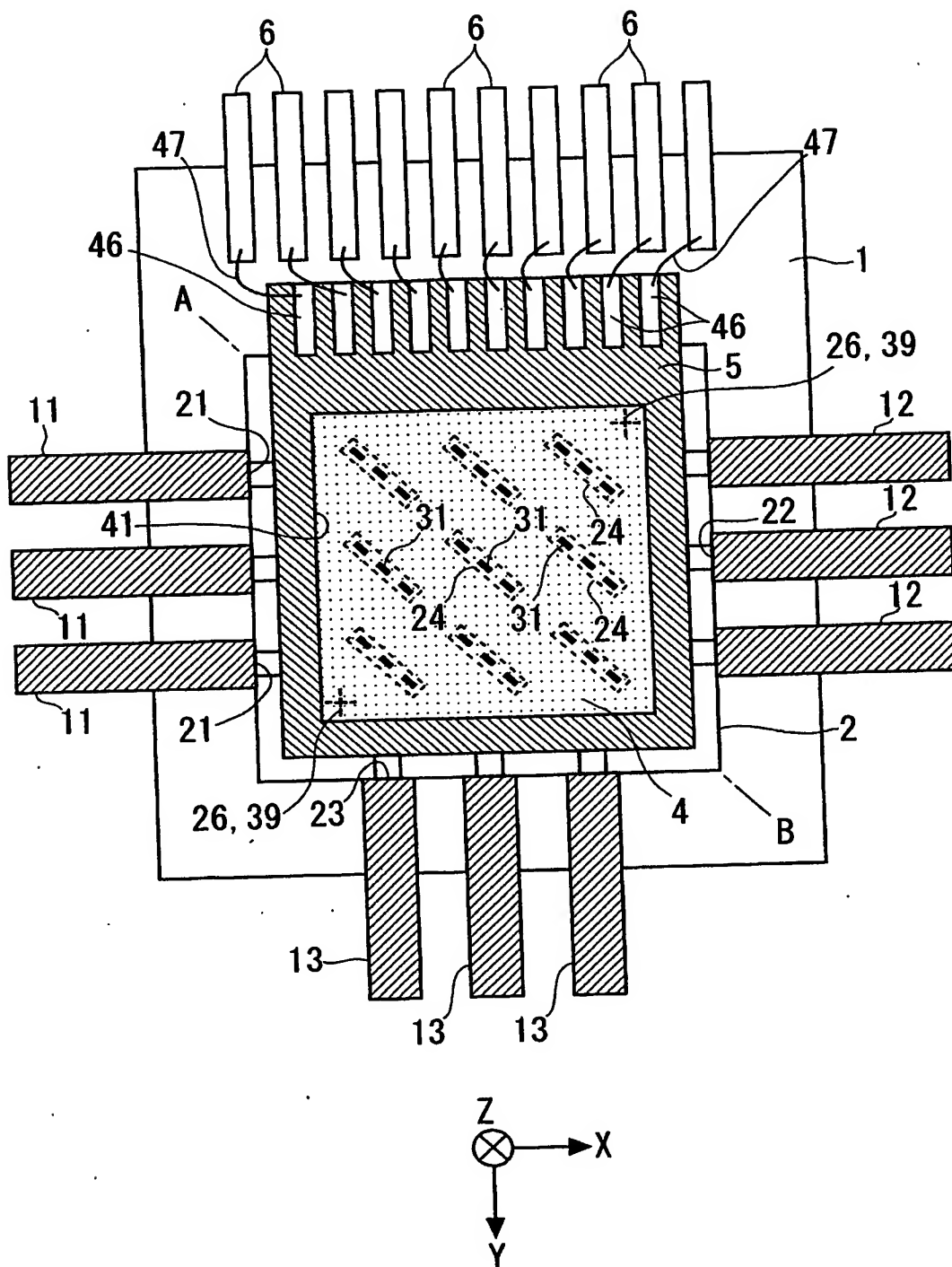
4 3, 4 7 ボンディングワイヤ

4 5 仮設のリード端子

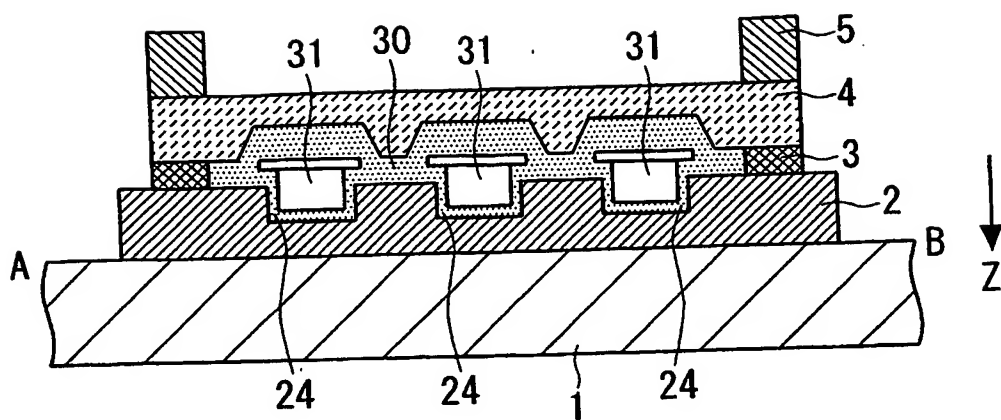
【書類名】

図面

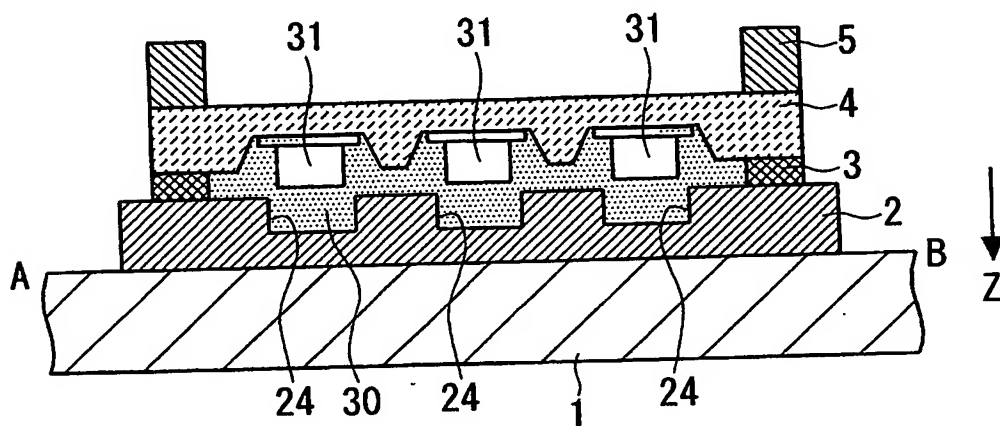
【図1】



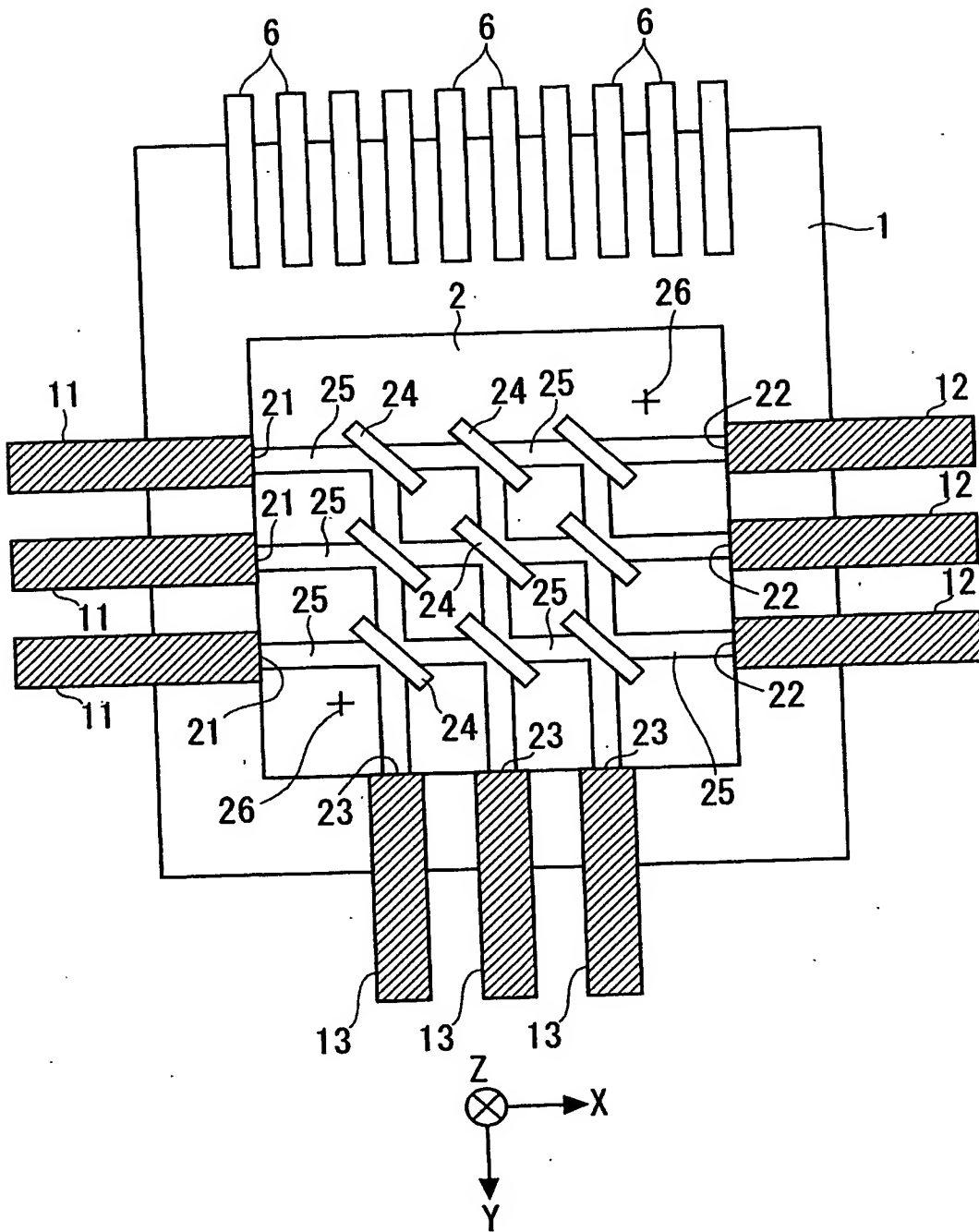
【図 2】



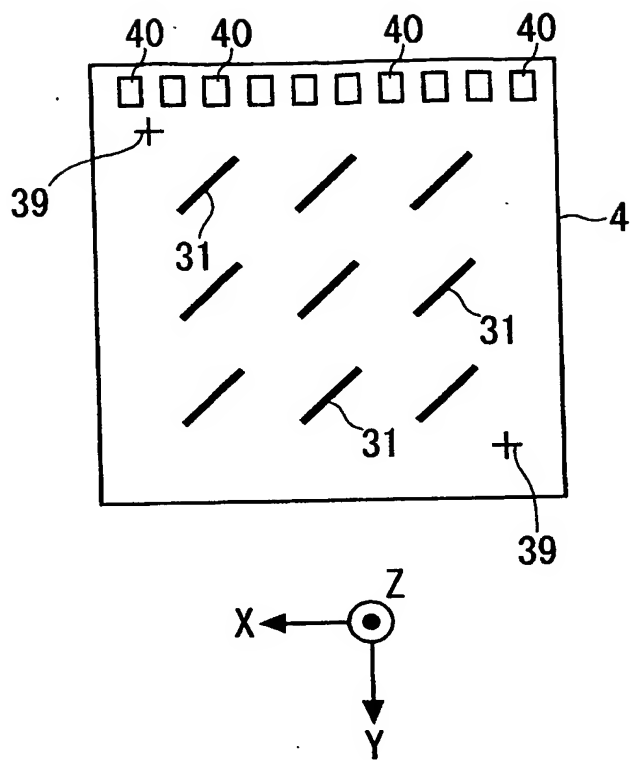
【図 3】



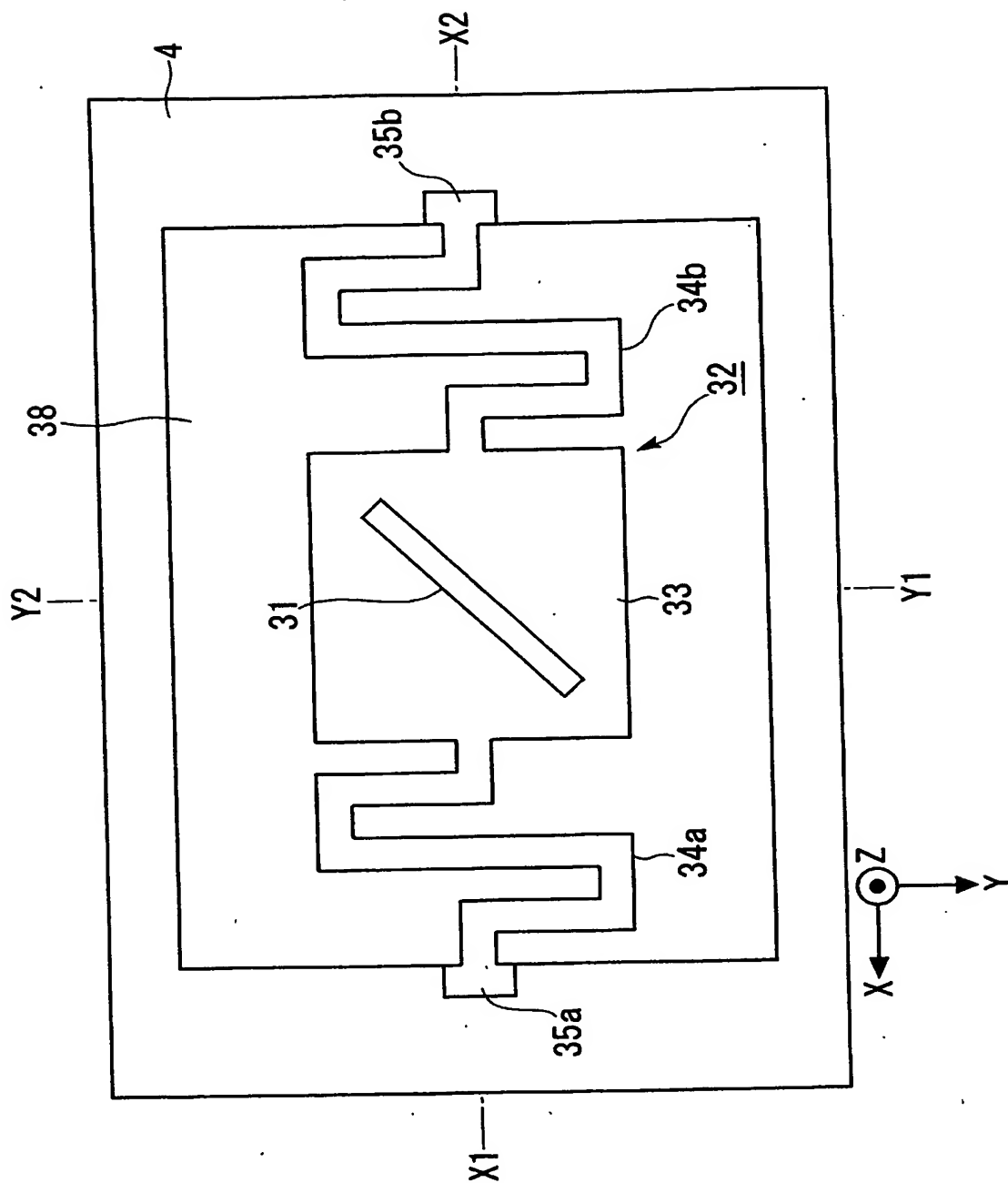
【図 4】



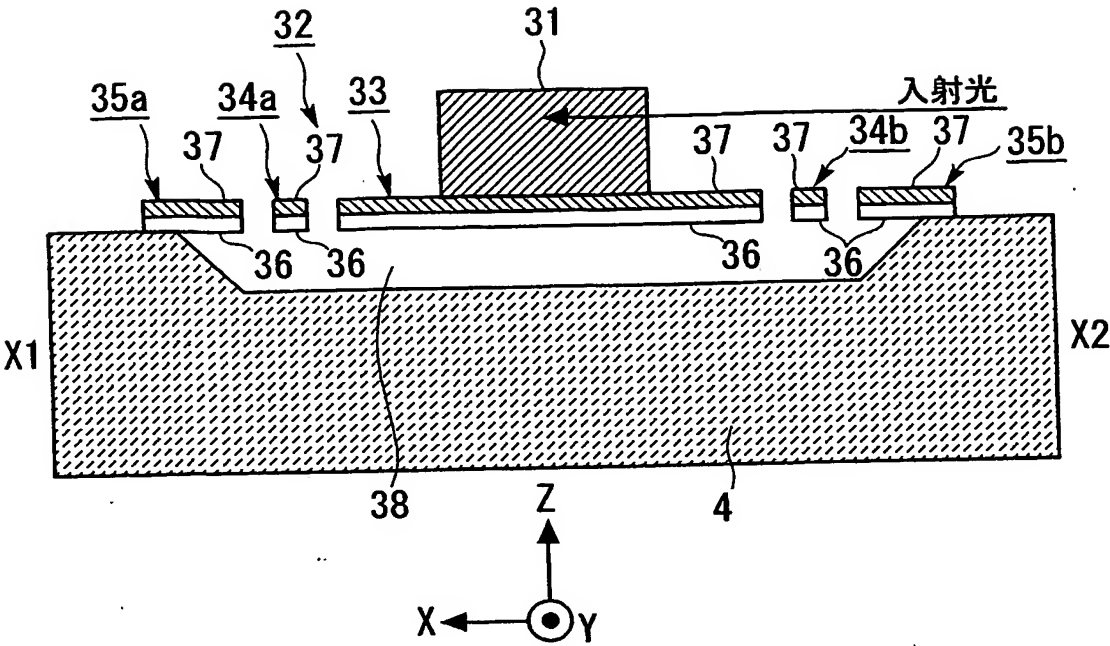
【図 5】



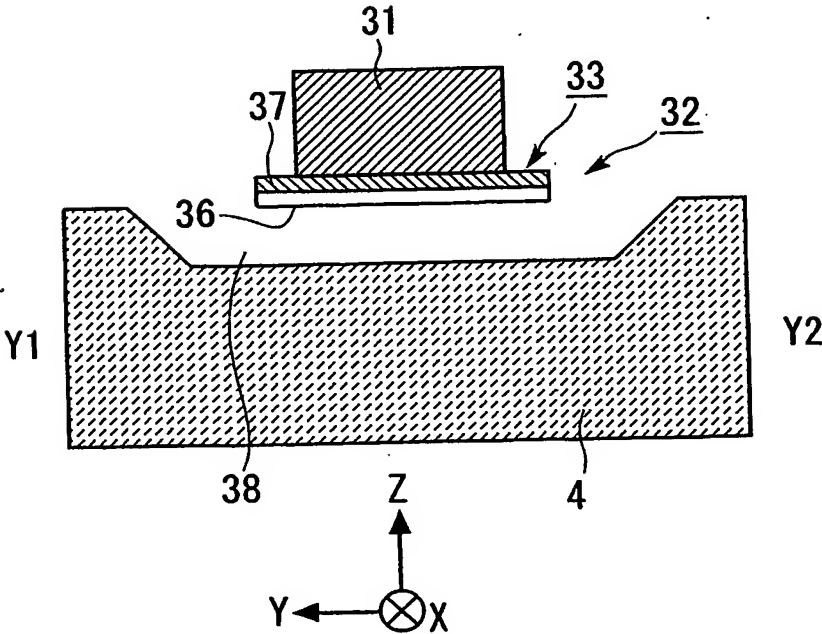
【図6】



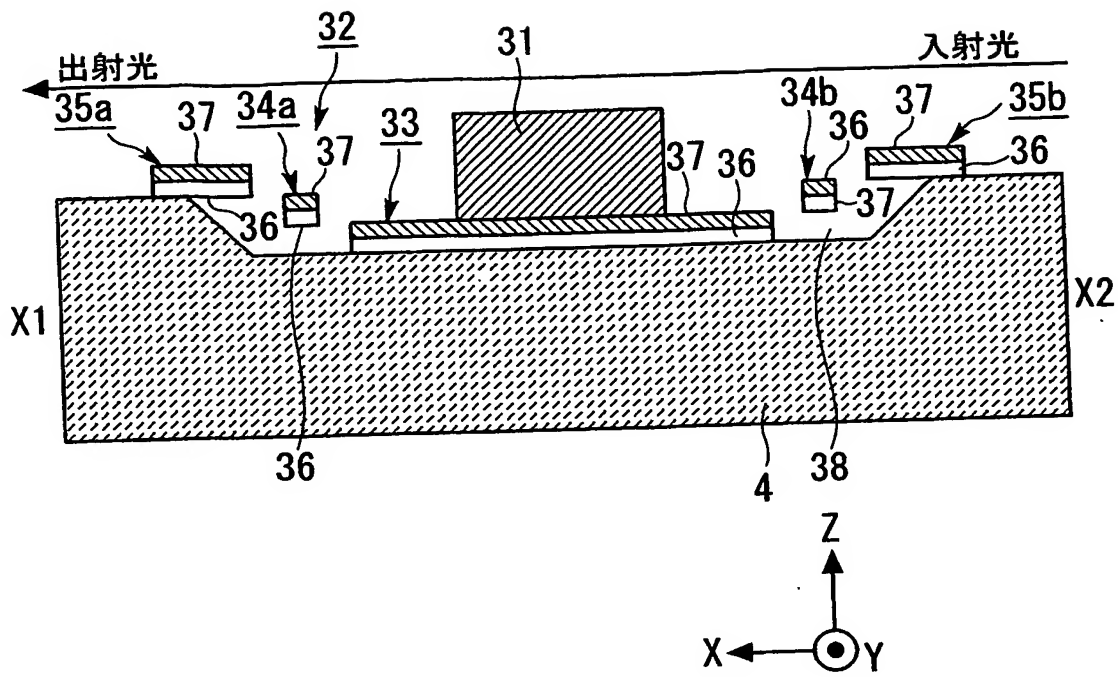
【図 7】



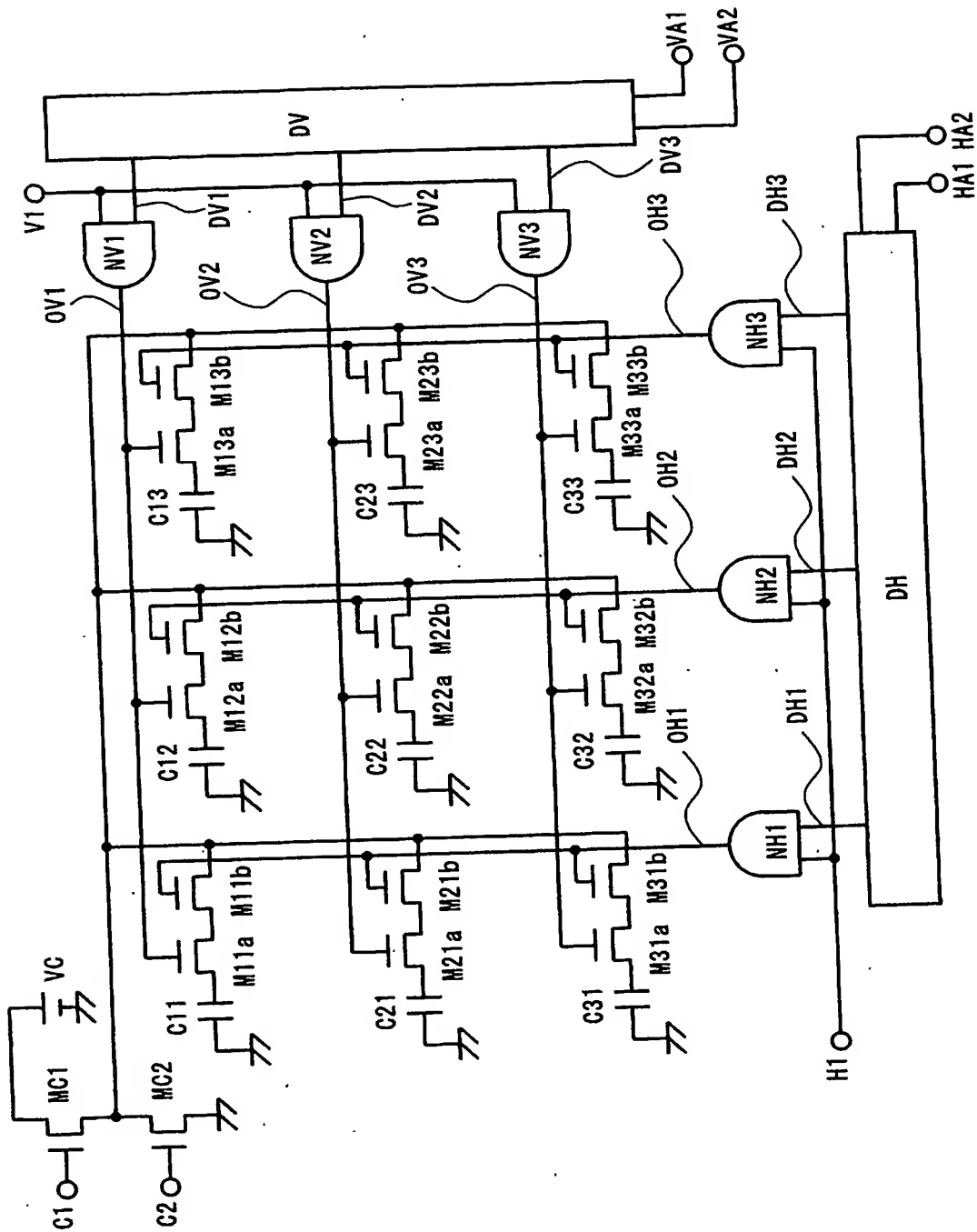
【図 8】



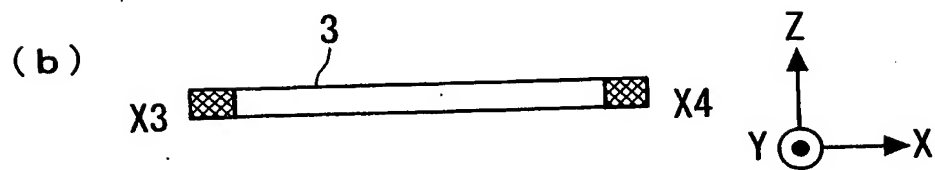
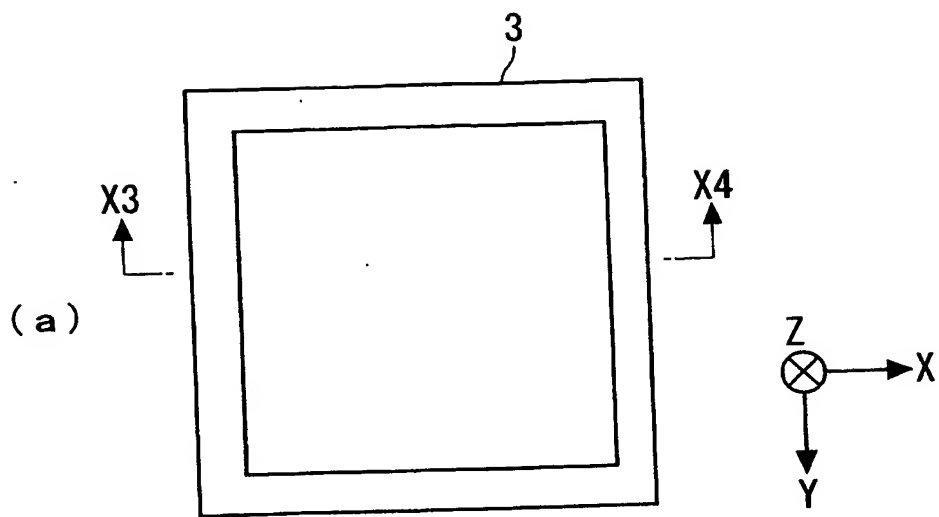
【図9】



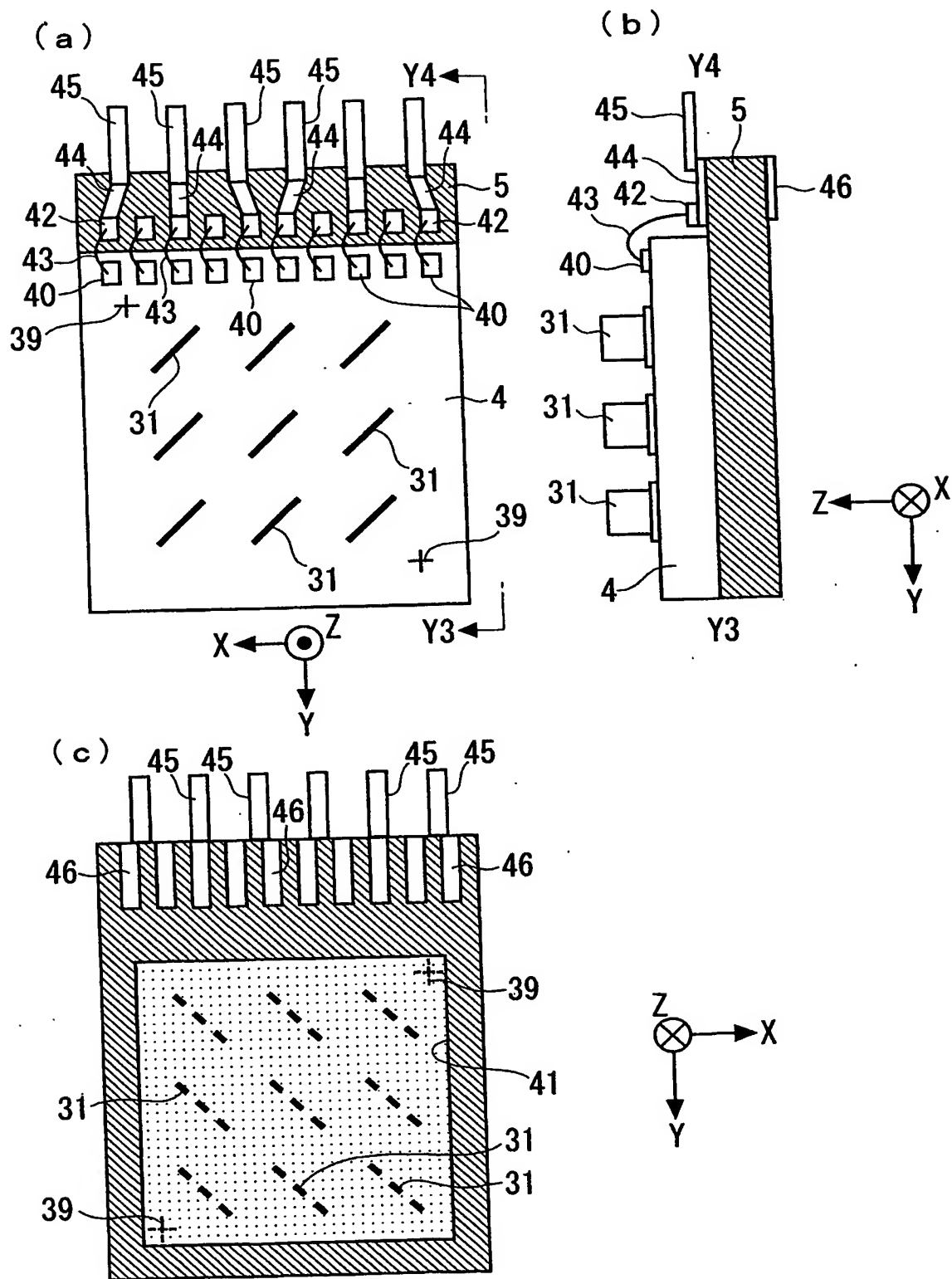
【図10】



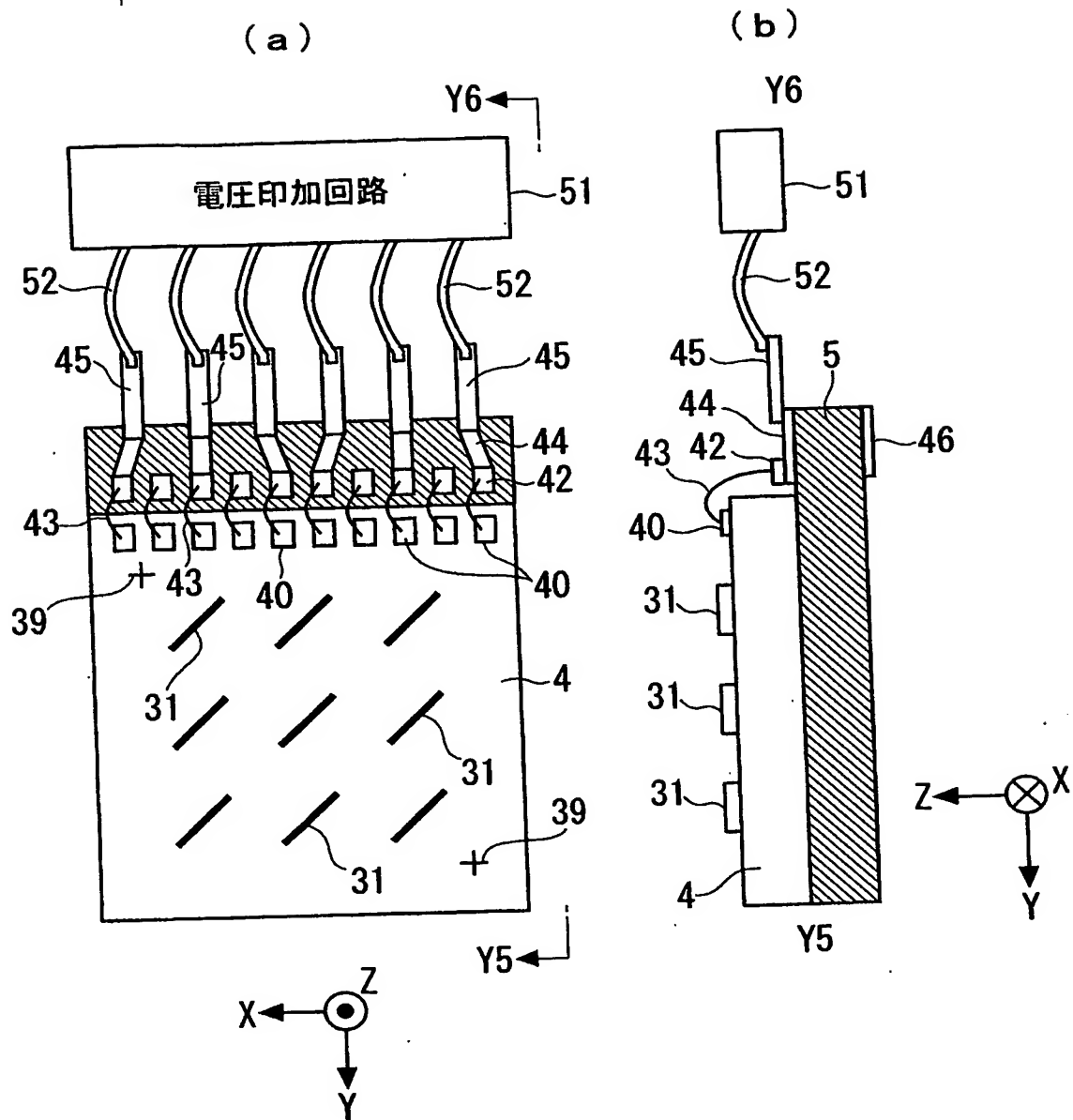
【図 11】



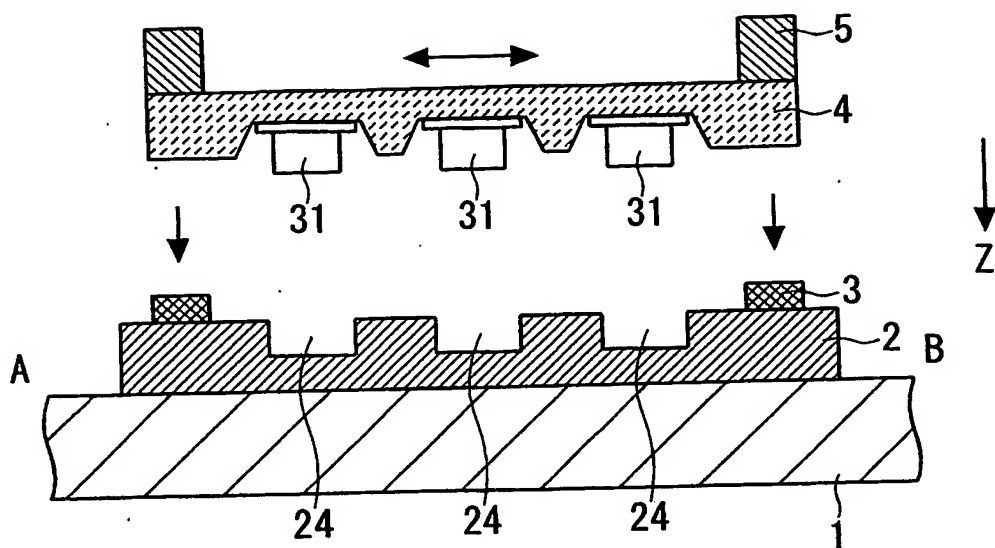
【図 12】



【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 容易でかつ歩留りの良い製造を可能にする。

【解決手段】 光導波路基板 2 は、ミラー受け入れ用の溝 2 4 と光導波路とを有する。光導波路は、入力ポートに入力された光を、溝 2 4 に対するミラー 3 1 の進出及び退出に応じて選択された出力ポートに導く。アクチュエータ基板 4 は、ミラー 3 1 と、ミラー 3 1 を基板 4 側に引っ込んだ状態と基板 4 から突出した状態とにするアクチュエータを有する。ミラー 3 1 が基板 4 側に引っ込んだときに溝 2 4 から退出するとともにミラー 3 1 が基板 4 から突出したときに溝 2 4 内に進出するように、光導波路基板 2 とアクチュエータ基板 4 とが、アライメントマークを利用して位置合わせして、スペーサ 3 を介して接合される。この位置合わせは、全てのミラー 3 1 を基板 4 側に引っ込んだ状態にして行われる。

【選択図】 図 2

【書類名】 手続補正書
【提出日】 平成14年 4月22日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】

【出願番号】 特願2001-395511
【補正をする者】

【識別番号】 591230295
【氏名又は名称】 エヌティティエレクトロニクス株式会社

【補正をする者】
【識別番号】 000004112
【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【代理人】
【識別番号】 100096770
【弁理士】
【氏名又は名称】 四宮 通
【電話番号】 045-562-8508

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願
【補正対象項目名】 発明者
【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエ
レクトロニクス株式会社内

【氏名】 車田 克彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエ
レクトロニクス株式会社内

【氏名】 玉村 敏昭

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂一丁目12番1号 エヌティティエ
レクトロニクス株式会社内

【氏名】 金谷 正敏

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 赤川 圭一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン
内

【氏名】 石津谷 徹

【その他】 出願時に、発明者1名、すなわち、「金谷 正敏」を欠落した。また、出願時に、発明者「赤川 圭一」及び「石津谷 徹」の居所を「東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン 本社内」としたが、その居所中の「株式会社ニコン 本社内」は正確には「株式会社ニコン内」であった。これらは、特許出願人と代理人との間の連絡の不備により生じたものである。そこで、本手続補正書により、発明者「金谷 正敏」を追加するとともに、発明者「赤川 圭一」及び「石津谷 徹」の居所を正確な居所に訂正する。平成14年4月22日付け手続補正書にて、宣誓書を提出する。

【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-395511
受付番号	50200579243
書類名	手続補正書
担当官	小松 清 1905
作成日	平成14年 6月 3日

<認定情報・付加情報>

【補正をする者】

【識別番号】

591230295

【住所又は居所】

東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号

【氏名又は名称】

エヌティティエレクトロニクス株式会社

【補正をする者】

【識別番号】

000004112

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

【氏名又は名称】

株式会社ニコン

【代理人】

申請人

【識別番号】

100096770

【住所又は居所】

神奈川県横浜市港北区日吉五丁目28番21号

四宮特許事務所

【氏名又は名称】

四宮 通

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [591230295]

1. 変更年月日	2000年 3月16日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都渋谷区道玄坂1丁目12番1号
氏 名	エヌティティエレクトロニクス株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名	株式会社ニコン

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.